

где L^{-1} – оператор обратного интегрального преобразования Лапласа.

Случай 2. $\Delta\Psi(t) = \frac{b}{2} t^2$, где b – параметр.

Приращение среднеобъемной температуры в помещении описывается выражением [8]

$$\Delta T(t) = L^{-1} \left(\frac{bW(p)}{p^3} \right) = bK\tau^2 \left(\tau^2 + \tau t + 2t^2 - \tau^2 e^{-\frac{t}{\tau}} \right). \quad (15)$$

Таким образом, применительно к начальной стадии развития пожара в помещении получены характеристики пожара как динамического объекта, к которым относятся переходная характеристика и передаточная функция. Использование передаточной функции, которая является динамической характеристикой пожара, позволяет по заданной модели массовой скорости выгорания горючего вещества определить изменение среднеобъемной температуры в помещении как функции времени.

1. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. – М.: АГПС МВД России, 2000. – 118 с.

2. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. – М.: Стройиздат, 1988. – 336 с.

3. Шаровар Ф.И. Принципы построения устройств и систем автоматической пожарной сигнализации. – М.: Стройиздат, 1983. – 355 с.

4. Драйсдейл Д. Введение в динамику пожаров. – М.: Стройиздат, 1988. – 336 с.

5. Термодинамика пожаров в помещении / Под ред. Ю.А. Кошмарова. – М.: Стройиздат, 1988. – 448 с.

6. Абрамов Ю.А. Основы пожарной автоматики. – Харьков: ХИПБ, 1993. – 288 с.

7. Абрамов Ю.А., Садковой В.П. Математические модели гидромагистралей систем автоматического пожаротушения // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 72. – К.: Техніка, 2006. – С.336-343.

8. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М. Наука, 1968. – 720 с.

Получено 19.03.2007

УДК 614.842

В.М.ЖАРТОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, Ю.В.ЦАПКО, канд. техн. наук,
С.В.ЖАРТОВСЬКИЙ

Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України

К.І.СОКОЛЕНКО, канд. техн. наук

Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України, м.Київ

ВІДПОВІДНІСТЬ СУЧАСНИХ ПРОСОЧУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ БАГАТОФАКТОРНОМУ ОЦІНЮВАННЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ

Наводяться результати досліджень щодо багатофакторного оцінювання ефектив-

ності вогнезахисту деревини просочувальними сумішами.

Процес розбудови міст і підвищення їхньої ролі в економічному і культурному житті суспільства приводить до перегляду пожежної безпеки об'єктів та матеріалів, які там застосовуються. Деревина та вироби з неї (фанерні плити та ін.) знаходять широке застосування у машинобудуванні, будівництві та побуті і складають значний відсоток пожежного навантаження. За пожежними та будівельними нормами і правилами [1, 2] ці матеріали класифікуються як матеріали підвищеної горючості (Г4), легкозаймисті (В3), значно поширюють полум'я (РП4), з високою димоутворювальною здатністю (Д3), за токсичністю відносяться до високонебезпечних (Т3) [3].

Статистика пожеж, коли пожежним навантаженням об'єкту є деревина, засвідчує їх щорічне зростання та наявність проблеми з пожежної безпеки використання таких матеріалів.

Одним із способів зниження горючості деревини, а також біологічного руйнування є просочення її антипіренами та антисептиками. Проведення вогнебіозахисту деревини капілярним просоченням, забезпечує високу вогнезахисну ефективність і створює умови досягнення необхідної якості та тривалості безпечної експлуатації об'єктів. Для комплексного захисту деревини від загоряння і біологічного руйнування запропоновано використовувати наступні препарати: сульфат амонію, діамонійфосфат, ортоборат натрію і фтористий натрій, або сульфат міді, буру, карбонат амонію і борну кислоту, які не дають необхідної ефективності, до того ж містять в своєму складі токсичні речовини [4]. Тому урядові структури були вимушені переглянути будівельні норми і правила. Так в нормативному документі ДБН В.1.1-7 [2] запропоновано багатофакторний підхід до оцінювання будівельних матеріалів за такими показниками пожежної небезпеки: горючістю, займистістю, поширенням полум'я поверхнею, димоутворювальною здатністю та токсичністю продуктів горіння.

Метою роботи було дослідження відповідності вогнезахисної деревини за показниками пожежної небезпеки пожежно-технічної класифікації будівельних матеріалів, зокрема, просоченої сумішами фосфатів та сульфатів амонію і антисептика "Гембар" (ДСА-2) [4].

Одним із показників пожежонебезпеки матеріалів, а саме деревини, є температура займання та самозаймання згідно з ГОСТ 12.1.044 [1], які застосовують для розроблення заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

У зв'язку з цим проведено дослідження з визначення температури займання та самозаймання необробленої та просоченої деревини згідно

з [1], результати яких наведено на рис.1.

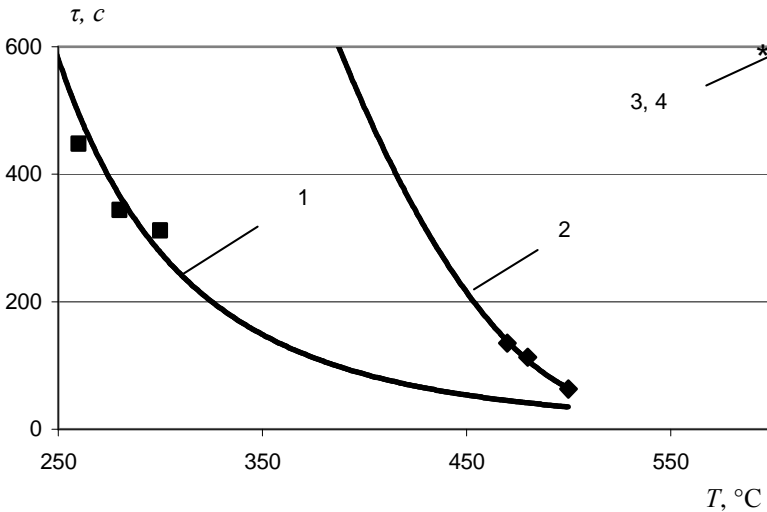


Рис.1 – Залежність температури займання (1) та самозаймання (2) від часу витримки зразка дії теплового потоку (τ) необроблених зразків деревини; 3, 4 – оброблені зразки.

З рис.1 видно, що при температурі близько 300°C відбувалось займання, а при значенні температури 450°C – самозаймання необроблених зразків деревини. Займання та самозаймання вогнезахищених зразків деревини при температурі вище 600°C не спостерігалось.

З огляду на важливість застосування вогнезахищеної деревини в підвищенні рівня пожежної безпеки об'єктів, введено в дію ГОСТ 30219 [5], за яким класифікація ефективності вогнезахисту, порівняно з ГОСТ 16363 [6], додатково містить вимоги за показником “індекс поширення полум'я”. З метою встановлення відповідності вогнезахисних властивостей деревини, обробленої ДСА-2, виконано експериментальні дослідження для визначення вогнезахисної ефективності просочувальних засобів згідно з ГОСТ 30219 [5]. Результати досліджень з визначення ефективності вогнезахисту деревини, порівняно з необробленою деревиною, показали втрату маси для вогнезахищеної деревини 8%, а індекс поширення полум'я дорівнює 0. Встановлено, що оброблена деревина (за умови поглинання маси сухих солей ДСА-2 – $46,9\text{ кг/м}^3$) забезпечує I групу вогнезахисної ефективності.

У зв'язку з широким застосуванням деревини в будівництві проведено дослідження з визначення групи горючості деревини згідно з

[1], результати яких наведено на рис.2.

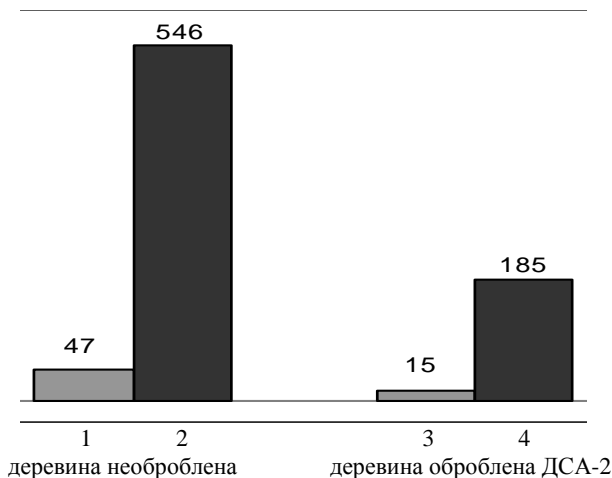


Рис. 2 – Втрата маси зразків Δm , % (1, 3) та максимальна зміна температури газоподібних продуктів горіння Δt , °C (2, 4)

За початкової температури газоподібних продуктів горіння $T = 200$ °C, при дії полум'я пального на вогнезахисний зразок сумішшю ДСА-2, температура газоподібних продуктів горіння зменшилась та становила $T \leq 185$ °C. Таким чином, деревина, оброблена сумішшю ДСА-2, відноситься до групи важкогорючих матеріалів, а необроблена – до горючих середньої займистості.

Для забезпечення пожежної безпеки на об'єктах будівництва та захисту від пожеж, що можуть виникнути через широке використання деревини, наказом Держбуду України від 03.12.2002 р. №88 затверджені та введені в дію ДБН В.1.1-7 [2]. Оскільки деревина відноситься до горючих матеріалів, у державних будівельних нормах вказано, що у будинках дерев'яні елементи горючих покриттів (крокви, лати) повинні оброблятися засобами вогнезахисту, які забезпечують I групу вогнезахисної ефективності згідно з ГОСТ 16363 [6].

Ефективність засобів вогнезахисту, що застосовуються для зменшення пожежної небезпеки облицювальних та оздоблювальних матеріалів, повинна оцінюватися випробуваннями матеріалів, на які нанесено засоби вогнезахисту, для визначення груп за показниками пожежної небезпеки пожежно-технічної класифікації будівельних матеріалів [2].

Таким чином, будівельні матеріали з деревини повинні містити

характеристику їхньої пожежної небезпеки з урахуванням пожежно-технічної класифікації, встановленої цими нормами. Вогнезахисне оброблення деревини повинне забезпечити нормовані показники під час її застосування, що можливо досягнути при дослідженнях вогнезахисної деревини для розроблення та впровадження ефективних засобів і способів вогнезахисту.

Для визначення можливості застосування вогнезахисної деревини як будівельного матеріалу на об'єктах різного призначення, в тому числі на шляхах евакуації, були проведені дослідження згідно з [2], а саме займистості, горючості, поширення полум'я по поверхні, димоутворювальної здатності та токсичності продуктів горіння.

Займистість зразків деревини визначали згідно з ДСТУ Б В.1.1-2 (ГОСТ 30402) [7] при заданих рівнях впливу на поверхню зразків теплового потоку та полум'я від джерела запалювання. Встановлено, що під час дії теплового потоку з критичною поверхневою густиною 20 кВт/м^2 відбувалось займання необроблених зразків деревини. Займання вогнезахисних зразків деревини при значенні поверхневої густини теплового потоку 35 кВт/м^2 протягом 900 с не спостерігалось, що класифікує їх як важкозаймистий матеріал.

Для отримання більш повної інформації щодо горючості деревини як будівельного матеріалу, проведено дослідження згідно з ДСТУ Б В.2.7-19-95 [8] необроблених та вогнезахисних сумішшю ДСА-2 зразків деревини. Дослідження виконували на зразках деревини сосни з поглинанням маси сухих солей 64 кг/м^3 . Під час досліджень визначали температуру димових газів, тривалість самостійного горіння зразків, довжину пошкодження та втрату маси зразків.

У результаті досліджень встановлено, що деревина, вогнезахисна сумішшю фосфатів та сульфатів амонію і полімерного антисептика "Гембар", відноситься до будівельних матеріалів помірної горючості (Г2), а необроблену деревину класифіковано як будівельний матеріал підвищеної горючості (Г4).

Проведено експериментальні дослідження з визначення групи поширення полум'я поверхнею згідно з ДСТУ Б В.2.7-70 (ГОСТ 30444) [9]. Встановлено, що вогнезахисні матеріали з деревини відносяться до групи РП1 (не поширюють полум'я по поверхні), а необроблені – до РП4 (значно поширюють полум'я по поверхні).

Визначено згідно з [1] димоутворювальну здатність необроблених та оброблених сумішшю ДСА-2 зразків деревини. Дослідження показали значне зменшення (в 15 разів) коефіцієнта димоутворення для вогнезахисних зразків деревини та їх перехід з групи матеріалів з

високою димоутворювальною здатністю (для необроблених зразків) до групи матеріалів з помірною димоутворювальною здатністю.

Згідно з [1], одним з основних небезпечних факторів пожежі, що впливають на людей, є токсичні продукти горіння. Під час виникнення пожежі вплив токсичних продуктів горіння може значно випереджувати дію інших факторів. Тому спільно з відділом гігієни та токсикології Інституту медицини транспорту МОЗ України були проведені відповідні токсикологічні випробування дерев'яних елементів моторвагонного складу, що були оброблені просочувальною сумішшю фосфатів та сульфатів амонію і полімерного антисептика “Гембар” (ДСА-2).

Встановлено наявність карбоксигемоглобіну у крові лабораторних тварин, що привело до їх загибелі. Це свідчить про те, що смертельний ефект обумовлений дією монооксиду вуглецю. Мінімальне значення показника H_{CL50} , визначене за температури 400 °C складає для деревини, обробленої ДСА-2 – 73,3 г/м³ відповідно, було використане для встановлення величини показника токсичності продуктів горіння згідно з класифікацією за [1]. За цим показником досліджені матеріали відносяться до помірно небезпечних матеріалів.

Результати визначення пожежної безпеки необробленої та обробленої просочувальним засобом на основі фосфату та сульфату амонію і антисептика “Гембар” деревини наведено в таблиці.

Таким чином, застосування засобу на основі фосфату та сульфату амонію і антисептика “Гембар” (ДСА-2) переводить деревину у стан помірної горючості (Г2), яка не поширює полум'я по поверхні (РП1), важкозаймиста (В1), з помірною димоутворювальною здатністю (Д2), за токсичністю продуктів горіння – помірнонебезпечні (Т2).

За цими показниками пожежної безпеки вогнезахиснена деревина як будівельний матеріал дозволяється до застосування для внутрішнього облаштування приміщень різного призначення.

Таким чином, експериментально встановлено, що сучасний просочувальний засіб, а саме ДСА-2, відповідає багатофакторному оцінюванню ефективності вогнезахисту деревини. Прикладом підтвердження на практиці ефективності застосування вогнезахисненої деревини може бути пожежа, що відбулася в м.Донецьку. В результаті порушення правил пожежної безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт, відбулося загоряння майже всієї покрівлі готелю “Палас-Донбас”. Вогненна маса бітумної суміші і руберойду стекла на дерев'яні конструкції. Незважаючи на сприятливі умови (температура сягала за 30 °C і був сильний вітер), пожежа не розвинулась, тому що дерев'яні конструкції покрівлі, на які стікала бітумна суміш, були оброблені вогнезахисною композицією ДСА-1 і витримали термічне

навантаження.

Ця пожежа засвідчила, що вогнезахищена деревина була важкогорючою і не розповсюджувала полум'я по поверхні.

Результати визначення пожежонебезпечних властивостей деревини вогнезахищеної сумішами на основі фосфату та сульфату амонію і антисептика "Гембар" (ДСА-2)

Об'єкти застосування	Показники пожежної безпеки	Вимоги до засобу вогнезахисту та вогнезахищеної деревини, як будівельного матеріалу згідно з ДБН В 1.1.-7	Деревина	Деревина вогнезахищена сумішшю на основі фосфату та сульфату амонію і антисептика "Гембар"
Дерев'яні елементи горючих покриттів	Група вогнезахисної ефективності за ГОСТ 16363	I	-	I
	Індекс поширення полум'я за ГОСТ 12.1.044	від 0 до 20 (РП2 - локально поширюють)	швидко поширює полум'я	не поширює
	Горючість за ГОСТ 12.1.044	важкогорючий	горючий середньої займистості	відповідає
Об'єкти з масовим перебуванням людей, на шляхах евакуації, для оздоблення стін, стель і заповнення в підвісних стелях коридорів, холів та фойє	Горючість за ДСТУ Б.В.2.7-19	помірна горючість (Г2)	підвищена горючість (Г4)	відповідає
	Поширення полум'я поверхню за ДСТУ Б.В.2.7-70 (ГОСТ 30444)	Не поширюють полум'я по поверхні (РП1)	РП4 (значно поширюють полум'я по поверхні)	відповідає
	Займистість за ДСТУ Б.В.1.1.-2	помірнозаймисті (В2)	легкозаймисті (В3)	відповідає
	Димоутворювальна здатність за ГОСТ 12.1.044	помірна димоутворювальна здатність (Д2)	Висока димоутворювальна здатність (Д3)	відповідає
	Токсичність продуктів горіння за ГОСТ 12.1.044	помірнонебезпечні (Т2)	високо-небезпечні (Т3)	відповідає

1.ГОСТ 12.1.044–1989. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 143 с.

2.ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К., 2003.

3.Жартовский В.М., Цапко Ю.В. Профилактика горения целлюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика. – К.: УкрНДІПБ МНС України, 2006. – 256 с.

4.ГОСТ 28815-96. Растворы водные защитных средств для древесины. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1998.

5.ГОСТ 30219-95. Межгосударственный стандарт. Древесина огнезащитная.

Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение. – К., 1997.

6.ГОСТ 16363-98. Межгосударственный стандарт. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. – К.: Изд-во стандартов, 2000.

7.ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402–96). Матеріали будівельні. Метод випробування на займистість. – К., 1997. – 28 с.

8.ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94). Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість.

9.ДСТУ Б В.2.7-70-98 (ГОСТ 30444-97). Матеріали будівельні. Метод випробувань на поширення полум'я. – К., 1998. – 11 с.

Отримано 29.01.2007

УДК 621.8

Е.Н.ЛЫСИКОВ, д-р техн. наук, О.Е.БЕЗУГЛОВ

Университет гражданской защиты Украины, г.Харьков

МОДЕЛИ СКОРОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ В АКСИАЛЬНО-ПЛУНЖЕРНЫХ НАСОСАХ ГИДРОПРИВОДОВ СПЕЦТЕХНИКИ

Предлагаются регрессионные модели, описывающие скорость изнашивания сопряжений в аксиально-плунжерных насосах гидроприводов для различных состояний рабочей жидкости.

Скорость изнашивания пар трения определяет ресурс аксиально-плунжерных насосов гидроприводов (АПНГ) спецтехники и зависит от ряда факторов. Теоретическим путем оценить влияние ряда факторов на ресурс АПНГ спецтехники не представляется возможным.

Одним из перспективных направлений увеличения ресурса таких насосов является электростатическая обработка рабочей жидкости (РЖ) [1]. Проводившимися ранее исследованиями установлено, что в этом случае удастся снизить износ пар трения гидроагрегатов [2], однако пока отсутствуют сведения о влиянии электростатического поля на скорость изнашивания АПНГ таких машин.

Целью работы является определение экспериментальным путем влияния режимов нагружения на скорость изнашивания сопряжений АПНГ спецтехники при электростатической обработке РЖ.

На основании проведенных предварительных экспериментов были выбраны уровни варьирования независимых факторов: давление в контакте $P = (6 \div 10)$ МПа, линейная скорость скольжения ролика в колодке $v = (0,3 \div 0,9)$ м/с. Задачей основного эксперимента являлось определение зависимостей

$$V_U = f(P, v), \quad V'_U = f(P, v), \quad (1)$$